

# **PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA BETON SERAT MEMADAT MANDIRI**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
**HUGO IVAN KUS ADNANTO**  
**NPM : 15 02 15921**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JULI 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Hugo Ivan Kus Adnanto

No Mhs : 15 02 15921 PPS : Struktur

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

### **PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA BETON SERAT MEMADAT MANDIRI**

Benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Data hasil penelitian, ide, maupun kutipan baik secara langsung dan tidak langsung yang berasal dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil dari plagiasi, saya bersedia mengembalikan ijazah yang saya peroleh kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2019

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in blue ink is written over a green revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text 'METERAI TEMPEL', the serial number '7EFFF7AFF887120190', and the value '6000 ENAM RIBU RUPIAH'.

( Hugo Ivan Kus Adnanto )

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA  
BETON SERAT MEMADAT MANDIRI**

Oleh :

HUGO IVAN KUS ADNANTO

NPM : 15 02 15921

Telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Juli 2019

Pembimbing 17/7-19

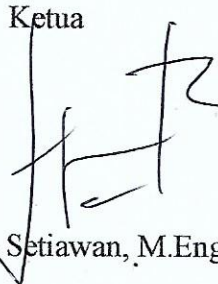


(J. Januar Sudjati, S.T., M.T)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA BETON SERAT MEMADAT MANDIRI






Oleh:

HUGO IVAN KUS ADNANTO

NPM. :15 02 15921

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		19/7-19
Sekretaris	: Siswadi, S.T., M.T.		19/07 2019
Anggota	: Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T.		10/07/19

DO WHATEVER IT TAKES !!

## KATA HANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat dengan lancar dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA BETON SERAT MEMADAT MANDIRI”** untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis mendapatkan dukungan dan bantuan dari beberapa pihak untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tanpa dukungan baik moral maupun materil dari mereka, penulis tidak akan mungkin menyelesaikan Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain kepada:

1. Kedua orang tua dan kedua kakak yang telah membantu dan memberikan dukungan penuh kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Keluarga besar penulis yang selalu mendoakan penulis supaya bisa mencapai gelar Sarjana dengan baik.
3. Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc. CAED., Ph.D., selaku Dekan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

5. J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Siswadi, S.T., M.T. dan Ir. Wiryawan Sarjono P., M.T., selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat berguna ketika kegiatan perkuliahan dan sidang pendadaran.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama kurang lebih 4 tahun ini.
8. Orang-orang terdekat penulis yaitu Lauren, Tika, Clara, Lala, Tommy, dan Edi yang selalu meluangkan waktu untuk saling membantu, berbagi cerita, canda, dan tawa.
9. Teman seperjuangan Tugas Akhir, yaitu Gus Adhi, Osha, David, Henri, Ratna, Andre, Mike, Pingkan, Bagus, Gus Adhi, Arga, dan Zaki yang telah berjuang bersama mengaduk-aduk beton tanpa mengenal lelah.
10. Teman-teman komunitas Atma Jaya Movement, yaitu Rio, Richard, Badia, Andre, Flo, Doni, Jaya, Simon, Rininta, dan Arnest yang telah memberi warna sebelum penulis lulus dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
11. Teman-teman komunitas PSSB – Bidikmisi yang telah mengisi hari-hari penulis dalam belajar berorganisasi.
12. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta angkatan 2015 yang telah menemani penulis dalam proses pembelajaran di Universitas Atma Jaya Yogyakarta ini.



13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi banyak pihak.

Yogyakarta, Juli 2019



19/7  
2019

Hugo Ivan Kus Adnanto

NPM : 15 02 15921



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
KATA HANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN .....	xv
INTISARI.....	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir .....	5
1.5. Tujuan Tugas Akhir .....	5
1.6. Manfaat Tugas Akhir .....	6
1.7. Lokasi Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton .....	7
2.2. Bahan Penyusun Beton .....	7
2.2.1. Semen Portland.....	7
2.2.2. Agregat .....	10
2.2.3. Air.....	11
2.2.4. Bahan Tambah Campuran Beton.....	13
2.3. Beton Serat .....	16
2.3.1. Jenis-jenis Serat yang Dipakai pada Campuran Beton.....	16
2.3.2. Beton yang Menggunakan Serat Kawat .....	17
2.3.3. Variabel Beton Serat.....	18
2.3.4. Perilaku Beton Serat .....	19
2.4. Beton Memadat Mandiri (SCC).....	20
2.5. Sika Viscocrete-1003 .....	26
2.6. <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang) .....	27
2.7. Penelitian yang Berhubungan dengan Topik Penulisan.....	30
III. LANDASAN TEORI	
3.1. Pengujian Beton Segar .....	34
3.2. Pengujian Kuat Tekan.....	35

3.3. Pengujian Kuat Tarik Belah .....	36
3.4. Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	37
IV. METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Umum .....	38
4.2. Kerangka Penelitian .....	38
4.3. Tahap Persiapan .....	39
4.3.1. Bahan .....	40
4.3.2. Peralatan Penelitian .....	43
4.4. Tahap Pemeriksaan Bahan .....	50
4.4.1. Pengujian Agregat Halus .....	51
4.4.2. Pengujian Agregat Kasar .....	56
4.4.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kawat Bendrat .....	60
4.5. Tahap Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Beton Segar .....	60
4.5.1. Pembuatan Mix Design .....	60
4.5.2. Pengujian Beton Segar .....	61
4.5.3. Pengecoran Benda Uji .....	63
4.6. Tahap Perawatan Benda Uji.....	64
4.7. Tahap Pengujian Benda Uji .....	65
4.7.1. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	66
4.7.2. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	66
4.7.3. Pengujian Modulus Elastisitas Beton .....	67
4.8. Tahap Analisis Data .....	68
V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1. Pengujian Bahan Campuran Beton .....	69
5.1.1. Pengujian Agregat Halus .....	69
5.1.2. Pengujian Agregat Kasar .....	69
5.1.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kawat Bendrat .....	71
5.2. Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	71
5.3. Pengujian Beton Segar .....	72
5.3.1. <i>Flow Ability (Slump-flow)</i> .....	73
5.3.2. <i>Viscosity</i> .....	75
5.3.3. <i>Passing Ability</i> .....	77
5.4. Pengujian Sifat Mekanik.....	78
5.4.1. Pengujian Kuat Tekan .....	79
5.4.2. Pengujian Modulus Elastisitas.....	81
5.4.3. Pengujian Kuat Tarik Belah .....	84
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan .....	87
6.2. Saran .....	88
DAFTAR PUSTAKA .....	90
LAMPIRAN .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Susunan Unsur Semen Portland.....	9
Tabel 2.2.	Berbagai Kelas <i>Slump-flow</i> dan Pengaplikasiannya .....	24
Tabel 2.3.	Klasifikasi Kelas <i>Viscosity</i> .....	25
Tabel 2.4.	Klasifikasi Kelas <i>Passing Ability</i> .....	25
Tabel 2.5.	Persyaratan Fisik <i>Fly Ash</i> .....	29
Tabel 2.6.	Persyaratan Kimia <i>Fly Ash</i> .....	30
Tabel 3.1.	Syarat-syarat Pengujian Beton Segar SCC .....	34
Tabel 3.2.	Estimasi Kuat Tekan Silinder Beton Berdasarkan Diameter Benda Uji.....	36
Tabel 4.1.	Variasi Benda Uji.....	63
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian Agregat Halus .....	70
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	70
Tabel 5.3.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kawat Bendrat .....	71
Tabel 5.4.	Kebutuhan Campuran Beton Per m <sup>3</sup> .....	71
Tabel 5.5.	Kebutuhan Campuran Beton untuk Setiap Variasi Per 1 Kali Adukan.....	72
Tabel 5.6.	Hasil Pengujian Beton Segar.....	22
Tabel 5.7.	Hasil Pengujian <i>Flow Ability dengan Metode Slump-flow</i> .....	22
Tabel 5.8.	Hasil Pengujian <i>Viscosity</i> dengan metode <i>T<sub>500</sub></i> .....	32
Tabel 5.9.	Hasil Pengujian <i>Passing Ability</i> dengan Metode <i>L-shaped Box</i> .....	33
Tabel 5.10.	Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	33
Tabel 5.11.	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas.....	34
Tabel 5.12.	Hasil Pengujian Tarik Belah .....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Prinsip Dasar Proses Produksi <i>Self-Compacting Concrete</i> .....	22
Gambar 2.2.	<i>Slump-flow Table</i> .....	23
Gambar 2.3.	<i>L-shaped Box</i> .....	27
Gambar 3.1.	Ukuran Standar Silinder Benda Uji.....	35
Gambar 4.1.	Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian .....	39
Gambar 4.2.	<i>Ordinary Portland Cement</i> .....	40
Gambar 4.3.	Kerikil Clereng .....	41
Gambar 4.4.	Pasir Progo .....	41
Gambar 4.5.	Viscocrete 1003 yang Sedang Ditimbang .....	42
Gambar 4.6.	Kawat Bendrat Berukuran Panjang 25 mm.....	42
Gambar 4.7.	<i>Fly Ash</i> .....	43
Gambar 4.8.	Gelas Ukur.....	44
Gambar 4.9.	Labu <i>Erlenmeyer</i> .....	44
Gambar 4.10.	Kaliper .....	44
Gambar 4.11.	Satu Set Saringan .....	45
Gambar 4.12.	Mesin <i>Los Angeler Abrasion</i> .....	45
Gambar 4.13.	<i>Gardner standard colour</i> .....	46
Gambar 4.14.	Pan.....	46
Gambar 4.15.	Kerucut Abrams .....	47
Gambar 4.16.	<i>Concrete Mixer</i> .....	47
Gambar 4.17.	Silinder Beton.....	48
Gambar 4.18.	<i>Slump-flow table</i> dari Triplek.....	48
Gambar 4.19.	<i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	49
Gambar 4.20.	<i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	49
Gambar 4.21.	Alat Kaping Beton.....	50
Gambar 4.22.	<i>L-shaped Box</i> .....	50
Gambar 4.23.	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik .....	51
Gambar 4.24.	Pemeriksaan Kandungan Lumpur .....	52
Gambar 4.25.	<i>Holder</i> untuk Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	67
Gambar 5.1.	Grafik Hasil Pengujian <i>Flow Ability</i> dengan Metode <i>Slump-flow</i> .....	74
Gambar 5.2.	Grafik Hasil Pengujian <i>Viscosity</i> dengan metode $T_{500}$ .....	76
Gambar 5.3.	Grafik Pengujian <i>Passing Ability</i> dengan metode <i>L-shaped Box</i> ...	77
Gambar 5.4.	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	79
Gambar 5.5.	Penggumpalan Kawat Bendrat yang Terjadi.....	81
Gambar 5.6.	Grafik Pengujian Modulus Elastisitas .....	83
Gambar 5.7.	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah .....	84

## DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal.
A. Pengujian Bahan	94
A.1 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	94
A.2 Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	95
A.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	96
A.4 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	97
A.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	99
A.6 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	100
A.7 Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Mesin LAA	101
A.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kawat Bendrat	102
B. Rencana Adukan Beton ( <i>Mix Design</i> )	103
C. Hasil Pengujian Benda Uji Beton	113
D. Pengujian <i>Fly Ash</i> dari LIPI	152
E. <i>Product Data Sheet</i> SIKA Viscocrete 1003	154
F. Dokumentasi Penelitian	157

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti
A	Luas Bidang Tekan Benda Uji
d	Diameter kawat bendrat
D	Diameter Silinder Beton
$E_c$	Modulus Elastisitas
$f_c'$	Kuat Tekan Beton Rencana
$f_{maks}$	Tegangan Beton Maksimum
$f_t$	Kuat Tarik Belah
H1	Ketinggian beton segar SCC pada bagian vertikal <i>L-shaped Box</i>
H2	Ketinggian beton segar SCC pada bagian horizontal <i>L-shaped Box</i>
l	Panjang Kawat Bendrat
L	Tinggi Silinder Beton
P	Beban Tekan
PA1	Klasifikasi Kelas <i>Passing ability</i> Tipe 1
PA2	Klasifikasi Kelas <i>Passing ability</i> Tipe 2
SF1	Klasifikasi Kelas <i>Slump-flow</i> Tipe 1
SF2	Klasifikasi Kelas <i>Slump-flow</i> Tipe 2
SF3	Klasifikasi Kelas <i>Slump-flow</i> Tipe 3
VS1	Klasifikasi Kelas <i>T<sub>500</sub> Slump-flow</i> Tipe 1
VS2	Klasifikasi Kelas <i>T<sub>500</sub> Slump-flow</i> Tipe 1
$\epsilon_p$	Regangan Beton
$\mu m$	mikrometer

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Keterangan	Halaman
3-1	Kuat Tekan Beton	35
3-2	Kuat Tarik Belah Beton	36
3-3	Modulus Elastisitas Teoritis	37
3-4	Modulus Elastisitas Optimal	37
4-1	Kandungan Lumpur	53
4-2	MHB	54
4-3	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat Halus	56
4-4	Berat Jenis SSD Agregat Halus	56
4-5	Berat Jenis Semu Agregat Halus	56
4-6	Penyerapan Agregat Halus	56
4-7	Keausan	57
4-8	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat Kasar	60
4-9	Berat Jenis SSD Agregat Kasar	60
4-10	Berat Jenis Semu Agregat Kasar	60
4-11	Penyerapan Agregat Kasar	60



## INTISARI

**PENGARUH *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON PADA BETON SERAT MEMADAT MANDIRI**, Hugo Ivan Kus Adnanto, NPM 150215921, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

*Fly ash* merupakan limbah sisa pembakaran batu bara yang berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pada campuran beton dan sebagai bahan substitusi semen sehingga penggunaan semen dapat dikurangi. Beton serat merupakan inovasi beton yang dibuat untuk menanggulangi kuat tarik beton yang lemah. Salah satu bahan yang bisa dijadikan serat pada campuran beton adalah kawat bendrat. Namun, apabila serat kawat bendrat digunakan, *workability* campuran beton dapat menurun. Solusi dari masalah ini adalah dengan menambahkan bahan tambah berupa *superplasticizer*. *Superplasticizer* mampu mengubah beton normal menjadi beton memadat mandiri atau *self compacting concrete* (SCC).

Penelitian ini akan menguji pengaruh *fly ash* terhadap beton memadat mandiri yang mengandung serat kawat bendrat. Variasi benda uji yang digunakan adalah beton memadat mandiri tanpa serat dan tanpa *fly ash* (BSCC), beton serat memadat mandiri dengan kadar *fly ash* 0% (BSC0), 5% (BSC5), 10% (BSC10), 15% (BSC15), dan 20% (BSC20). Selain itu, penelitian ini juga membandingkan sifat beton segar dan sifat mekanik antara beton yang diberi serat kawat bendrat dengan volume fraksi 0,5% dengan beton yang tidak diberi serat kawat bendrat. Pengujian beton segar meliputi *flow ability*, *viscosity*, dan *passing ability*, sedangkan pengujian sifat mekanik beton meliputi kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah. Seluruh pengujian sifat mekanik beton dilaksanakan ketika umur beton 28 hari.

Hasil pengujian beton segar menunjukkan bahwa penambahan serat kawat bendrat dengan volume fraksi 0,5% berakibat pada tidak lolosnya beton segar dalam pengujian *passing ability* dan menurunkan nilai *workability* beton. Pada pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas, penggunaan serat kawat bendrat justru menurunkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton, sedangkan penggunaan *fly ash* dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas. Titik optimum dicapai pada beton yang menggunakan *fly ash* dengan kadar 10% dari berat semen dengan kuat tekan sebesar 42,13 MPa. Nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada beton BSCC sebesar 47,97 MPa dan 31440 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas terendah terdapat pada beton BSC20 sebesar 38,00 MPa dan 22976 MPa. Penambahan serat kawat bendrat meningkatkan nilai kuat tarik belah. Sebaliknya, penambahan variasi kadar *fly ash* justru mengurangi nilai kuat tarik walaupun tidak signifikan. Nilai kuat tarik belah tertinggi terdapat pada beton BSC0 sebesar 4,30 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah terendah terdapat pada beton BSCC sebesar 3,40 MPa.

**Kata kunci** : beton serat, beton memadat mandiri, kawat bendrat, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas, *workability*, *fly ash*